

ANMÄRKNINGAR  
ANGÅENDE  
THERMOMETRARS FÖRFÄRDIGANDE  
OCH  
BRUK.

---

MED PHILOSOPHISKA FACULTETENS VID KEJSERL.  
UNIVERSITETET I ÅBO BIFALL,

UNDER INSEENDE

AF

GUST. GABR. HÄLLSTRÖM,

*Riddare af Kejsarl. S:t Wladimirs Ordens 4:de Class,  
Physices Professor, Ledamot af Kongl. Vettenskaps-  
Academien i Stockholm, och Honorär Ledamot af  
Kejsarl. Pharmaceutiska Sällskapet i  
S:t Petersburg,*

FÖR LAGERN

TILL ALLMÅN OMPRÖFNING UTGIFNE

AF

CARL JOSEPH ESTLANDER,

*Extra Ord. Amanuens vid Kejsarl. Acad. Biblioth.,  
Österb.*

SEDNARE DELEN.

I Juridiska Lårosalen d. 15 Junii 1822,  
på vanl. tid e. m.

---

Tryckt hos J. C. FRENCKELL & SON.

HANS KEJSERL. MAJESTÄTS  
TROMAN,  
LAGMANNEN, BORGMÄSTAREN I WASA,

HÖGÅDLE

HERR JON HÖGMAN,  
EN VÖRDAD MORBRODER!

TILLEGNADE

AF

CARL ESTLANDER.

Det synes häraf, att vid den punkt, som qvicksilfret utmärker när Thermometern t. ex. vid 25 tumes Barometerhöjd sänkes i kokande vatten, bör skrivas  $99\frac{1}{2}$  grader, eller att en correction af  $\frac{1}{2}$  grad bör tilläggas för att få den rätta kokpunkten för 25,6 tumes Barometerhöjd, hvilket med en provisionellt uppgjord Skala låter bekvämt verkställa sig.

Men den Thermometer, som dock vid Barometerhöjden  $b = 25,6 \pm \beta$  tum i kokande vatten har  $100^\circ$ , visar efter Barometerhöjden 25,6 för litet eller för mycket i förhållande af  $100:100 \pm 1,1 \cdot \beta$ ; så att emot dets grad  $x$  svarar graden  $\frac{(100 \pm 1,1 \cdot \beta) \cdot x}{100}$  eller  $(1 \pm 0,011 \cdot \beta) \cdot x$  efter skedd redu-

ktion till Barometerhöjden 25,6. Äfven så slutas häraf, att om en Thermometer i kokande vatten vid 25,6 visar  $100 \mp 1,1 \cdot \beta$ , så är den graderad vid Barometerhöjden  $25,6 \pm \beta$  tum. Dels för att begagnas till praktiskt bruk, dels ock att med ett ögonkast kunna öfverse huru stora correctionerna i detta afseende äro, har följande Tabell blifvit uträknad, der första verticalcolumnen angifver den Barometerhöjd, hvarvid Thermometern blifvit graderad, samt talen uti horizontala raderna visa de grader, som denna Thermometer utmärker i stället för dem som stå öfverst i samma verticalcolumn, bestämda vid 25,6 tum Barom. höjd.

	-40	-30	-20	-10	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130
24,6	39,6	29,7	19,8	9,9	9,9	19,8	29,7	39,6	49,4	59,3	69,2	79,1	89,0	98,9	108,8	118,7	128,6
8	39,6	29,7	19,8	9,9	9,9	19,8	29,7	39,6	49,4	59,3	69,2	79,1	89,0	98,9	108,8	118,7	128,6
25,0	39,7	29,8	19,9	9,9	9,9	19,9	29,8	39,7	49,5	59,4	69,3	79,2	89,1	99,0	108,9	118,8	128,7
2	39,8	29,9	19,9	10,0	10,0	19,9	29,8	39,7	49,6	59,5	69,4	79,3	89,2	99,1	109,0	118,9	128,8
4	39,9	29,9	20,0	10,0	10,0	20,0	29,9	39,8	49,7	59,6	69,5	79,4	89,3	99,2	109,1	119,0	128,9
6	40,0	30,0	20,0	10,0	10,0	20,0	30,0	40,0	50,0	60,0	70,0	80,0	90,0	100,0	110,0	120,0	130,0
8	40,1	30,1	20,0	10,0	10,0	20,0	30,1	40,1	50,1	60,1	70,1	80,1	90,1	100,1	110,1	120,1	130,1
26,0	40,2	30,1	20,1	10,0	10,0	20,1	30,1	40,2	50,2	60,2	70,2	80,2	90,2	100,2	110,2	120,2	130,2
2	40,3	30,2	20,1	10,1	10,1	20,1	30,2	40,3	50,3	60,3	70,3	80,3	90,3	100,3	110,3	120,3	130,3
4	40,4	30,3	20,2	10,1	10,1	20,2	30,3	40,4	50,4	60,4	70,4	80,4	90,4	100,4	110,4	120,4	130,4
6	40,5	30,3	20,2	10,1	10,1	20,2	30,3	40,5	50,5	60,5	70,5	80,5	90,5	100,5	110,5	120,5	130,5



Således synes t. ex.; att den Thermometer, hvilken är graderad vid Barom. höjden 25 tum, visar 69½ grader i samma varme, deri en annan, graderad vid 25,6 tums Barom. höjd, visar 70°.

Om man till bestämmande af vattenkokningspunkten bör sänka Thermometern in i vatten, eller om man hädre bör hålla den i det kokande vattnets ånga oöfvanom vattenytan, derom har ock olika tankar yttrats. På ena sidan är funnet, att Thermometern i vidröring med kärlets botten visar större varme än vattnet får, hvarjemte det är naturligt, att kokande vatten närmare till botten bör vara varmare än närmare till ytan, i händelle vattnet har betydlig djuplek, hvaraf man kunde befara någon osäkerhet i kokpunktens bestämelse. Den osäkerhet, som uppkommer af bottenens större varme, förekommes derigenom att Thermometern ej sänkes till vidröring dermed. Hvad åter den i vattnet befintligen olika varmen beträffar, så beror den af vattnets större tryckning mot ångornas bildning vid botten. Om vattnets djup i kärlet är =  $h$  dec. tum, och Barometerhöjden =  $B$  dec. tum, så är kokningsvarmen nära botten svarande mot Barometerhöjden  $= B + \frac{h}{13,5}$ , och således 1°,1 större när  $h = 13,5$  eller 1° när  $h = 12,3$  dec. tum. För hvar tum Thermometer-kulan kommer djupare uti vattnet är således varmen 0°,08 C. större, och för de 3 tum, som insänkningen bör ske, enligt CAVENDISH's och BERZELII föreskrifter, är varmen 0°,24 C. större än vid ytan. Så mycket svalare bör ock vattenångan synas, om Thermometern ej sänkes i vattnet, utan endast i ångan, och i sjelfva verket fann ock CAVENDISH, att varmen i ångan var lika med varmen 3 tum djupt i vattnet, då för förra fallet Barometerhöjden var 29,8 och för sednare 29,5

Eng.

Eng. tum. Emot skillnaden 0,3 Eng. tum = 0,257 Sv. dec. tum svarar, efter ofvanstående formel, varmen  $0^{\circ},28$  C., hvilken endast med  $0^{\circ},04$  C. skiljer sig från den förut funna, och visar att ångan straxt ofvanom vattenytan hade närmast samma varme som vattnet i ytan. Men det beror på kärlets beskaffenhet, om denna varme kan bibehålla sig i ångan något öfver vattnets yta. CAVENDISH nyttjade ett kokkärl med lock, som endast hade nödig öppning för den utträngande ångan. Ut i ett sådant kan ångan lätt condenseras, eller ock afkylas, och varmen blir då osäkert ändrad, om icke täckelset på ångröret har den jemna tryckning, som CAVENDISH derpå anbragte; men ut i ett alldeles öppet kärl blir deremot ångan af omgifvande luften afkyllt. Endast med vilkor att ångrörets bestända och med alltså lika tryckning skeende tillslutning lika hindrar yttre luften att intränga i kärlet, deruti Thermometern är ända till kokpunkten insänkt, är varmen i ångan jemn och kan begagnas till kokpunktens bestämmande, i hvilket fall Thermometern ej insänkes i vattnet. Men den som saknar ett sådant kärl, gör säkrast att, till kokpunktens bestämmande, i öppet kärl insänka Thermometern i det kokande vattnet. Dervid inträffar väl, såsom redan anmärktes, att den visar för mycket varmt i förhållande till vattendjupet, och för litet varmt i det förhållande som qvickulfret ofvanom röret är svalare; men dessa tvenne omständigheter böra därför så jemkas, att de upphäffa hvarandras verkan. För att derom kunna anställa någon beräkning, kan man antaga, att den öfra, strän vattnet uppstående, ändan af Thermometern är  $50^{\circ}$  varm, under det att röret strax vid vattnet är  $100^{\circ}$ , hvaraf följer, att man i medeltal kan antaga hela det ofvanom vattnet stående rörets varme vara  $75^{\circ}$ , eller  $25^{\circ}$  mindre än qvickulfrets i kulan. Detta qvickulfrets utvidgning eller sammandragning för  $1^{\circ}$  C. varme-ändring är



väl =  $\frac{1}{5412}$ ; men emedan äfven glaset, hvaruti det innehålles, utvidgas eller sammandrages, hvarföre endast skillnaden deremellan bör tagas, och denna skillnad är =  $\frac{1}{6300}$  för 1° (jmför *Traité de Physique experim. & mathem. par Biot*, T. I. p. 51.), så göra dessa 25° en förkortning af  $\frac{25}{6300}$  = 0,004 af hela qvickülfsverlängden uti röret ofvanom vattnet, hvaraf graderna för vattnets varme synas mindre än de verkligen äro. Efter denna grund kan man för hvart fall beräkna huru djupt Thermometern bör infänkas i det kokande vattnet, på det fänkningen af qvickülfsrets yta genom rörets lägre varme må blifva lika stor med höjningen deraf för vattnets större hetta i djupet deraf. För de mest förekommande Thermometrar, med indelning till 40° C. köld och 100° varme, är längden ej öfver 8 dec. tum. Om de infänkas 4 tum djupt i kokande vatten, är kulans varme 4.0,08 = 0°,52 för stor; men då utgöra de öfriga ofvanom vattnet stående 4 tum af röret en längd af 70°, hvarföre minskningen af det deruti befintliga qvickülfsrets 25° mindre varme är 70.0,004 = 0°,28, och således närmast compenferad af kulans för stora varme. Således synes Thermometer-graderingen uti vatten, som kokar i öppet kärl, för vanliga fall vara alldeles riktig och noggrann, om Thermometerkulan infänkes ungefärligen 4 dec. tum djupt i vattnet.

Men om ock bägge normalpunkterne, för vattnets frysing och kokning, äro riktigt bestämda, och afståndet deremellan med noggrannhet uti lika stora grader indeladt, händes dock ofta, att sådana Thermometrar visa olika grader för sam-

famma varme, hvaraf bör flutas, att rören invändigt ej äro jemntjocka. Afvikellerna ifrån jemna formen kunna väl vara mångfaldiga, men med afseende på sättet att tillverka rören blir det sannolikt, att de oftast äro coniska, och därför åtminstone i de flesta fall kunna för sådana anses. Då uppkommer följande fråga: om tvenne Qvicksilver-Thermometrar, den ena med jemntjockt, och den andra med coniskt rör, öfverensstämma vid normalpunkterna  $0^{\circ}$  och  $100^{\circ}$  C., och om hvaraderas grader äro sig emellan lika stora, huru stor är den coniska Thermometerns afvikelse vid en gifven grad? Den coniska caliberns radie (eller medelradie om röret är platt) må vara vid  $0^{\circ} = R$  och vid  $+100^{\circ}$  C.  $= mR$ ; och längden af röret ifrån  $0^{\circ}$  upp till  $100^{\circ}$  må räknas uti grader  $= 100$ . Om då  $\pi$  är den nummer, som multiplicerad med radiens quadrat gifver sectionens area, så är rymden uti det coniska röret ifrån  $0^{\circ}$  till  $100$  grader  $= \frac{100}{3} \pi (1 + m + m^2) R^2$ .

Sammalundes är uti detta rör ifrån  $0^{\circ}$  till dess grad  $n$ , der radien är  $r$ , rymden  $= \frac{1}{3} \pi n (R^2 + Rr + r^2) = \frac{1}{3} \pi n R^2 \left( 3 - 3(1-m) \frac{n}{100} + (1-m)^2 \cdot \frac{n^2}{10000} \right)$ , emedan  $r =$

$R \left( 1 - (1-m) \cdot \frac{n}{100} \right)$ ; och dessa rymder böra vara till

hvarandra i förhållande af graderna 100 och  $(n)$ , uti varme af dessa grader på en Thermometer med jemntjockt rör. Således är

$100 (1 + m + m^2) : n \left( 3 - 3(1-m) \frac{n}{100} + (1-m)^2 \cdot \frac{n^2}{10000} \right) :: 100 : (n)$ ; och den rätta varmegraden  $(n)$  på

en calibrerad jernstjock Thermometer finnes när den felaktiga graden  $n$  på coniska Thermometern är gifven, neml.

$$(n) = \frac{n}{1+m+m^2} \left( 3 - 3(1-m) \cdot \frac{n}{100} + (1-m)^2 \cdot \frac{n^2}{10000} \right).$$

Oftast är  $m$  mycket nära 1, äfven är  $\frac{n}{100} < 1$  så ofta fråga är om mindre varme än  $100^\circ$ , hvarföre quantiteten  $(1-m)^2 \cdot \frac{n^2}{10000}$  då är så liten att den kan alldeles umbäas,

och man finner  $(n) = 3 \left( \frac{1 - 0,01(1-m)n}{1+m+m^2} \right) \cdot n$ . Skillnaden  $(n) - n$ , som är den coniska Thermometers graderingsfel, har ett maximum, hvilket inträffar när  $n = \frac{1 + 0,5m}{0,01(1+m+m^2)}$ , och det största felet är  $= \frac{50(1-m)(2+m)^2(m+m^2-0,5)}{(1+m+m^2)^2}$ .

Om t. ex. ett coniskt rörs smalare ända är uppåt vänd, och  $m = 0,9$ ; så är

$(n) = (1,107 - 0,0011 \cdot n) n$ , som gifver följande jemförelse:

$n$	$(n)$	skillnad
10	10,96	0,96
20	21,70	1,70
30	32,21	2,21
40	42,51	2,51
50	52,58	2,58
60	62,43	2,43
70	72,07	2,07
80	81,48	1,48
90	90,66	0,66

Men



Men om samma rör varit med smalare ändan neråt vändt, så vore  $m = \frac{10}{9}$ , och  $(n) = (0,897 + 0,001 \cdot n) n$ , hvaraf

$n$	$(n)$	skillnad
10	9,07	0,93
20	18,34	1,66
30	27,81	2,19
40	37,48	2,52
50	47,35	2,65
60	57,42	2,58
70	67,69	2,31
80	78,16	1,84
90	88,83	1,17

Det synes således, att den Thermometer med coniskt rör, deri detta rör är stäldt med smalare ändan uppåt, visar för liten varme mellan  $0^\circ$  och  $+100^\circ$ , och tvertom för stor om röret är tjockare uppåt, hvaraf de skiljaktigheter blifva begripliga, hvilka ofta märkas mellan Thermometrar, ehuru dessa vid  $0^\circ$  och  $+100^\circ$  med hvarandra öfverensstämma.

Bruket af den här uppgifna formeln förutsätter, att nummern  $m$  eller förhållandet emellan Thermometerrörets radier vid  $0^\circ$  och  $+100^\circ$  C. kännas. Till ernående af denna kännedom kan man begagna den vanliga calibreringsmetoden: en mindre mängd qvicksilfver uti röret ställes ungefär med sin medelpunkt vid  $0^\circ$ , der dess längd  $= L$  mätes, och samma qvicksilfvermasa flyttas sedan till omkring  $+100^\circ$ , der dess längd befinnes vara  $= l$ . Då är, utan märkbart fel  $m = \sqrt{\frac{L}{l}}$ .

Denna method kan begagnas äfven till uppgörande af corrections-tabell för redan färdiga Thermometrar, då man  
nem-

nemligen ifrån sitt sammanhang med det öfriga qvicksilfret åtskiljer, genom partial värming af röret, en tjenlig mängd qvicksilfver, hvars längder  $L$  och  $l$  mätas. Till upplysning derom må följande exemplet tjena: uti en gammal Thermometer, hvars  $0^{\circ}$  och  $100^{\circ}$  C. äro riktigt bestämda, funns en skild qvicksilfvermasa upptaga längden  $L = 34^{\circ}$  mellan graderna  $-12$  och  $+22$ , samt längden  $l = 33^{\circ},5$  mellan  $88^{\circ}$  och  $122^{\circ}$ . Således är  $m = \sqrt[3]{\frac{34}{33.5}} = 1,0074$ , samt  $(n) = (0,9926 + 0,00007 \cdot n) n$ , hvaraf ses att denna Thermometer

vifar	bör vifa	correction
$10^{\circ}$	$9^{\circ},93$	$+ 0^{\circ},07$
$20$	$19,88$	$12$
$30$	$29,84$	$16$
$40$	$39,82$	$18$
$50$	$49,81$	$19$
$60$	$59,81$	$19$
$70$	$69,83$	$17$
$80$	$79,86$	$14$
$90$	$89,90$	$10$

Det förstås, att de Thermometrar, med hvilka denna undersökning kan anställas, böra innehålla väl rent qvicksilfver, hvarifrån luften är väl utkokad, emedan man eljest svårligen lyckas att efter förföket få det skilda qvicksilfret med det öfriga behörigen återförenadt,